

**CERTIFICATE OF HAND DELIVERY**

I hereby certify that this correspondence is being hand filed with the United States Patent and Trademark Office in Washington, D.C. on July 22, 2003.

  
Jeffery McCuller

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In the application of:

Michihiko YANAGISAWA et al.

Serial No.: Not Yet Assigned

Filing Date: July 22, 2003

For: LOCAL DRY ETCHING METHOD

Examiner: Not Yet Assigned

Group Art Unit: Not Yet Assigned

**SUBMISSION OF CERTIFIED FOREIGN PRIORITY DOCUMENT**

U.S. Patent and Trademark Office  
2011 South Clark Place, Lobby  
Crystal Plaza Two, Room 1B03  
Arlington, VA 22202  
Mail Stop Patent Application

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119, Applicants hereby claim the benefit of the filing of Japanese patent application No. 2002-213179 filed July 22, 2002.

The certified priority document is attached to perfect Applicants' claim for priority.

It is respectfully requested that the receipt of the certified copy attached hereto be acknowledged in this application.

In the event that the transmittal letter is separated from this document and the Patent and Trademark Office determines that an extension and/or other relief is required, applicants petition for any required relief including extensions of time and authorizes the Commissioner to charge the cost of such petitions and/or other fees due in connection with the filing of this document to Deposit Account No. 03-1952 referencing 506212001100.

Dated: July 22, 2003

Respectfully submitted,

By: Alex Clute 31942  
Barry E. Bretschneider  
Registration No. 28,055

Morrison & Foerster LLP  
1650 Tysons Boulevard, Suite 300  
McLean, Virginia 22102  
Telephone: (703) 760-7743  
Facsimile: (703) 760-7777

MORLSON & Foerster  
703-760-7700  
506212001100

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-213179

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-213179 ]

出 願 人

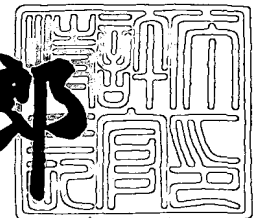
Applicant(s):

スピードファム株式会社

2003年 6月12日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046158

【書類名】 特許願  
【整理番号】 SF02307  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G01B 11/00  
H01L 21/3065  
C23F 4/00  
G01N 21/88  
H01L 21/66

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県綾瀬市早川 2 6 4 7 スピードファム株式会社  
内

【氏名】 柳澤 道彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県綾瀬市早川 2 6 4 7 スピードファム株式会社  
内

【氏名】 奥谷 忠義

【特許出願人】

【識別番号】 000107745

【住所又は居所】 神奈川県綾瀬市早川 2 6 4 7

【氏名又は名称】 スピードファム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100108730

【弁理士】

【氏名又は名称】 天野 正景

【電話番号】 03-3585-2364

【代理人】

【識別番号】 100092299

【弁理士】

【氏名又は名称】 貞重 和生

【電話番号】 03-3585-2364

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049021

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0014505

【プールの可否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 局所ドライエッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 活性種ガスを半導体ウェハの表面に向けて噴出するノズルを制御された相対速度で半導体ウェハ表面をスキャンすることによって半導体ウェハの凹凸を除去する前に、上記半導体ウェハの表面に形成されている酸化膜を予め除去することを特徴とする局所ドライエッチング方法。

【請求項 2】 大気中において半導体ウェハ表面の凹凸を測定するための平坦度測定工程、

上記平坦度測定工程を経て表面凹凸が測定された半導体ウェハを真空チャンバー内に搬入するための搬入工程、

活性種ガスをノズルから噴出させ、これに予め定められたエッチングプロファイルとスキャンピッチとを与え減圧下でスキャンすることによって上記半導体ウェハ表面の酸化膜を除去するための酸化膜除去工程、

予め定められたピッチとエッチングプロファイル及び上記平坦度測定工程によって得られた位置-厚さデータに基づいて計算された位置毎に異なるスキャン速度を与えながらエッチングすることにより半導体ウェハ表面の凹凸を除去するための平坦化エッチング工程、及び、

上記半導体ウェハを上記真空チャンバーから搬出するための搬出工程を備えていることを特徴とする局所ドライエッチング方法。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載された局所ドライエッチング方法において、

上記酸化膜の除去と上記凹凸の除去とが同じノズルによって行われることを特徴とする局所ドライエッチング方法。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 までのいずれかに記載された局所ドライエッチング方法において、

上記凹凸の除去は、上記酸化膜の除去が行われる真空チャンバー内で真空を保ったままこれに引き続いて行われることを特徴とする局所ドライエッチング方法。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 までのいずれかに記載された局所ドライエッチング方法において、

上記酸化膜の除去は、上記ノズルを一定の速度でスキャンすることによって行われること  
を特徴とする局所ドライエッチング方法。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 5 までのいずれかに記載された局所ドライエッチング方法において、

上記酸化膜の除去は、上記凹凸の除去の場合よりも活性種ガスのエッチングプロファイルを広くし、スキャンピッチを広げて行われこと  
を特徴とする局所ドライエッチング方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載された局所ドライエッチング方法において、  
上記エッチングプロファイルの広さは、上記ノズルの周囲に設けられたダクトから排気されるチャンバー内ガスの排気量及びこの排気量に対応する活性種ガスの噴出量によって調整されること  
を特徴とする局所ドライエッチング方法。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 7 までのいずれかに記載された局所ドライエッチング方法において、

上記活性種ガスは、フッ素活性種ガスであること  
を特徴とする局所ドライエッチング方法。

【請求項 9】 真空チャンバー、  
上記真空チャンバー内の気体を排気するための真空ポンプ、  
上記真空チャンバー内に設けられ、半導体ウェハを載置固定するためのステージ、  
ガスをプラズマ化させて活性種ガスを生成するためのプラズマ発生器、  
上記プラズマ発生器によって発生した活性種ガスを上記ステージ上の半導体ウェハの表面に向かって噴射するためのノズル、  
上記真空ポンプに接続され、上記ノズルを取り囲むように設けられ真空チャンバー内の排気が通過するダクト、  
上記ノズルから噴出される活性種ガスのエッチングプロファイルを調整するた

めに、上記真空ポンプと上記真空チャンバーの間に設けられ、上記真空ポンプによって排気される気体流量を調整する排気流量調整装置、

上記ノズルを上記ステージ上の半導体ウェハ表面に沿う2つの方向に相対的に移動させることが可能なX-Y駆動装置、

及び、上記X-Y駆動装置を制御するための制御装置を備えていることを特徴とする局所ドライエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、局所エッチング方法に関する。局所エッチング方法は、活性種ガスにより、半導体ウェハなどの表面の凸部を局所的にエッチングすることにより、平坦化あるいは厚さ分布を均一にするための技術である。

【0002】

【従来の技術】

図1は、プラズマを用いた局所ドライエッチングによるウェハの平坦化方法の原理を説明するための説明図である。符号100はプラズマ発生部であり、プラズマ発生部100で発生したプラズマ中の活性種ガスGは、ノズル101から半導体ウェハWの表面に噴射される。半導体ウェハWはステージ120上に載置固定されており、ステージ120をノズル101に対して水平方向に制御された速度でスキャンさせる。

【0003】

半導体ウェハWは供給されたときには場所に応じて厚さが異り、微細な凹凸を備えている。平坦化するためのドライエッチング加工に先立って、半導体ウェハW毎に、その細分化された各領域における厚さが測定される。この測定は大気中で行われ、各領域の位置とその位置の厚さのデータ、すなわち、位置-厚さデータが得られる。局所ドライエッチング方法では、領域毎の材料除去量は、その領域が活性種ガスGに曝される時間に対応する。このため、半導体ウェハに対してノズルが通過する相対速度（以下、ノズル速度という）は、相対的に厚い部分（以下、相対厚部という）Waの上では低速で、また、相対的に薄い部分では相対



的に高速で、移動するように速度が決定される。

【0004】

図2は、噴射される活性種ガスにより単位時間当たりに除去される半導体ウェハ材料の量（深さ）、すなわちエッチングレート、の分布を示すグラフである。このエッチングレートプロファイルと呼ばれる曲線はガウス分布に非常に近い曲線である。この図2に示されるように、エッチングレートEはノズル101の中心線上において最大の値E<sub>max</sub>を有し、中心から半径r方向に遠ざかるにつれて減少する。

【0005】

このように材料除去能力がノズル中心からの距離に応じ分布を示すために、一つの領域に対して要求される材料除去量は、一つの領域のノズル速度だけによっては決定することができない。つまり、一つの領域において、必要な材料除去が行われたとしても、隣の領域あるいは更にその隣の領域に対してエッチングが行われるとき、最初の領域についても上記エッチングレートプロファイルに応じた材料除去が行われるからである。

【0006】

このように、一つの領域には、他の全ての領域に対するエッチングの影響が及ぶので、これらの影響を全ての領域について重ね合わせた結果として各領域の表面の高さが互いに等しくなるように、ノズル速度が計算により導き出される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

現在、多くの半導体ウェハ材料はシリコンの単結晶がスライスされたものである。通常、半導体ウェハは局所ドライエッチング加工するまでに空気に曝される。この間に表面にはSiO<sub>2</sub>からなる非常に薄い酸化膜が形成される。この酸化膜は自然に形成されるものであるが、場合によっては、ウェハを汚染から防止するために化学的に安定している酸化膜を意図的に形成する場合もある。この場合の酸化膜は一般に自然酸化膜よりも厚く形成される。

【0008】

上記位置－厚さデータと計算によって得られたノズル速度で局所ドライエッチ

ングを行えば所望の平面が得られるはずである。ところが、実際に加工したとき、単なる誤差としては説明の付かない凹凸が残ることが問題になってきた。図 5 のグラフ例から判るように、スキャンピッチに対応した凹凸が残る。本発明は、局所ドライエッチング方法において、加工後に上記のような凹凸が残るという問題を解決することを課題とし、更にはこの問題は上記酸化膜にその原因があるとの知見に基づいてなされたものである。

## 【 0 0 0 9 】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題は以下の手段によって解決される。すなわち、第 1 番目の発明の解決手段は、活性種ガスを半導体ウェハの表面に向けて噴出するノズルを制御された相対速度で半導体ウェハ表面をスキャンすることによって半導体ウェハの凹凸を除去する前に、上記半導体ウェハの表面に形成されている酸化膜を予め除去することを特徴とする局所ドライエッチング方法である。

## 【 0 0 1 0 】

第 2 番目の発明は、平坦度測定工程、搬入工程、酸化膜除去工程、平坦化エッチング工程、搬出工程を備えた局所ドライエッチング方法である。平坦度測定工程では、大気中において半導体ウェハ表面の凹凸が測定される。搬入工程において、上記平坦度測定工程を経て表面凹凸が測定された半導体ウェハが真空チャンバー内に搬入される。次に、酸化膜除去工程では、活性種ガスをノズルから噴出させ、これに予め定められたエッチングプロファイルとスキャンピッチとを与えてスキャンする。これにより上記半導体ウェハ表面の酸化膜が除去される。

## 【 0 0 1 1 】

続いて、平坦化エッチング工程では、この酸化膜のとれた半導体ウェハを、予め定められたピッチとエッチングプロファイル及び上記平坦度測定工程によって得られた位置－厚さデータに基づいて計算された位置毎に異なるスキャン速度を与えながらエッチングする。これにより半導体ウェハ表面の凹凸が除去され、搬出工程において上記半導体ウェハが上記真空チャンバーから搬出される。

## 【 0 0 1 2 】

以上の 2 つの発明によれば、凹凸を除去する前に予め半導体ウェハ上の酸化膜

が除去されるので、凹凸を除去するときには、酸化膜の影響を受けないで実質的に計算したとおりに材料除去が行われる。このため、本局所ドライエッチング方法を行った半導体ウェハには実質的に酸化膜に起因する凹凸が残されることはない。

【 0 0 1 3 】

第 3 番目の発明の解決手段は、第 1 番目あるいは第 2 番目の発明の局所ドライエッチング方法において、上記酸化膜の除去と上記凹凸の除去とを同じノズルによって行うことを特徴とする局所ドライエッチング方法である。別のノズルをチャンバー内に用意する必要がなく、従来の局所ドライエッチング装置をそのまま使用することができる。

【 0 0 1 4 】

第 4 番目の発明の解決手段は、上 3 つの発明の局所ドライエッチング方法において、上記凹凸の除去が、上記酸化膜の除去が行われる真空チャンバー内で真空を保ったままこれに引き続いて行われることを特徴とする局所ドライエッチング方法である。別の真空チャンバーを新たに用意する必要がなく、これによってこの真空チャンバーから半導体ウェハを搬送する必要がないので、従来の局所ドライエッチング装置をそのまま使用することができる。

【 0 0 1 5 】

第 5 番目の発明の解決手段は、第 1 番目から第 4 番目までの発明の局所ドライエッチング方法において、上記酸化膜の除去を、上記ノズルを一定の速度でスキャンすることによって行うことを特徴とする局所ドライエッチング方法である。酸化膜が半導体ウェハ全面で実質的に均等な厚さを持つような条件の場合、特に有効である。

【 0 0 1 6 】

第 6 番目の発明の解決手段は、第 1 番目から第 5 番目までの発明の局所ドライエッチング方法において、上記酸化膜の除去が、上記凹凸の除去の場合よりも活性種ガスのエッチングプロファイルを広くし、スキャンピッチを広げて行うことを特徴とする局所ドライエッチング方法である。また、第 7 番目の発明の解決手段は、第 6 番目の発明の局所ドライエッチング方法において、上記エッチングプ

ロファイルの広さを、上記ノズルの周囲に設けられたダクトから排気されるチャンバー内ガスの排気量及びこの排気量に対応する活性種ガスの噴出量によって調整するようにしたことを特徴とする局所ドライエッチング方法である。前者では、エッチングプロファイル及びスキャンピッチを広くすることによって、より高速で酸化膜の除去を行うことができ、後者では更に、これをチャンバー内ガスの排気量及びこの排気量に対応する活性種ガスの噴出量によって調整するため、装置外部から容易に制御できる。

## 【 0 0 1 7 】

第 8 番目の発明の解決手段は、第 1 番目から第 7 番目までの発明の局所ドライエッチング方法において、上記活性種ガスを、フッ素活性種ガスとした局所ドライエッチング方法である。

## 【 0 0 1 8 】

第 9 番目の発明は局所ドライエッチング装置にかかり、この局所ドライエッチング装置は、真空チャンバー、真空ポンプ、ステージ、プラズマ発生器、ノズル、ダクト、排気流量調整装置、X-Y 駆動装置、制御装置を備えている。真空ポンプは真空チャンバー内の気体を排気するためのものであって、ステージは真空チャンバー内に設けられており、この上に半導体ウェハが載置固定される。プラズマ発生器はガスをプラズマ化させて活性種ガスを生成し、活性種ガスはノズルからステージ上の半導体ウェハの表面に向かって噴射される。上記ノズルを取り囲むようにダクトが設けられており、このダクトは真空ポンプに接続されているので、真空チャンバー内の気体はこのダクトを通過して排気される。排気流量調整装置は、真空ポンプと真空チャンバーの間に設けられており、真空ポンプによって排気される気体流量を調整することによりノズル回りを排気が通過することにより噴出される活性種ガスのエッチングプロファイルが調整される。X-Y 駆動装置はノズルをステージ上の半導体ウェハ表面に沿う 2 つの方向に相対的に移動させることが可能であり、X-Y 駆動装置は制御装置によって制御される。

## 【 0 0 1 9 】

## 【発明の実施の形態】

局所ドライエッチングにおけるノズルの速度は、予め求めた位置-厚さデータ

、ノズルがスキャンする間隔すなわちスキャンピッチ、及び、エッチングプロファイルから計算される。このとき使用されるエッチングプロファイルは酸化膜が形成されていないシリコンを対象として事前に求めたものである。

#### 【 0 0 2 0 】

ドライエッチングのしやすさの観点から見ると、シリコン酸化物  $\text{SiO}_2$  はシリコン単体と比べて非常に低い。このため、酸化膜の形成された半導体ウェハに活性種ガスを照射すると、当初、表の酸化膜のみが遅い速度で、シリコン酸化物の一定のエッチングプロファイルに従ってエッチングされる。ところが、照射が続けられる内に中心部において酸化膜の全てが除去されたとき、下地のシリコン単体がこのガスに曝されるようになる。上述のようにシリコン単体のドライエッチングしやすさは酸化物に比べて高いため、中心部のドライエッチングが急速に進行する。図 3 の説明図には、このときの状態が誇張して示されている。

#### 【 0 0 2 1 】

これは、酸化膜付きの半導体ウェハについては、実質的なあるいは実効的なエッチングプロファイルが大きく変形することを意味し、現実のエッチング結果と計算上のエッチング結果が大きく乖離することになる。さらに、この場合のエッチングプロファイルは、エッチングの進行とともに変形するため、この変形を考慮に入れてノズル速度を計算をすることは実質的に困難である。

#### 【 0 0 2 2 】

本発明では、半導体ウェハの酸化膜が事前に除去され、シリコン単体が表面に露出するようになった後の半導体ウェハに対して平坦化のための局所ドライエッチングが行われる。

#### 【 0 0 2 3 】

図 4 は、本発明の局所ドライエッチング方法を実施するための装置の一例を示す説明図である。局所エッチング装置は、プラズマ発生器 1、ガス供給装置 3、真空チャンバー 4、X-Y 駆動機構 5 を具備している。真空チャンバー 4 の隣には搬送チャンバ 4 8 1 が、更にその隣のロードチャンバー 4 8 2 が設けられている。

#### 【 0 0 2 4 】

ロードチャンバー 4 8 2 は半導体ウェハ W を真空チャンバー 4 内に出し入れするとき、事前に真空チャンバー 4 の圧力と等しくなるように圧力調整を容易化するために設けられた小容積のチャンバーである。搬送チャンバー 4 8 1 は内部に不図示の搬送ロボットが納められており、このロボットによってウェハは真空チャンバー 4 とロードチャンバー 4 8 2 間で搬送される。これらのチャンバー間に設けられた搬入搬出扉 4 6 1、4 6 2 は真空あるいは大気がチャンバー間を移動しないようにするために設けられたものである。

## 【 0 0 2 5 】

プラズマ発生器 1 はアルミナ放電管 2 内のガスをプラズマ化させて中性ラジカルを含んだ活性種ガス G を生成するための機器であり、マイクロ波発振器 1 0 と導波管 1 1 とを備えている。マイクロ波発振器 1 0 は、マグネトロンであり、所定周波数のマイクロ波 M を発振することができる。

## 【 0 0 2 6 】

導波管 1 1 は、マイクロ波発振器 1 0 から発振されたマイクロ波 M を伝搬するためのもので、アルミナ放電管 2 に外挿されている。導波管 1 1 の左側端内部には、マイクロ波 M を反射して定在波を形成する反射板（ショートプランジャ）1 2 が取り付けられている。更に、導波管 1 1 の中途には、マイクロ波 M の位相合わせを行うスタブチューナ 1 3 と、マイクロ波発振器 1 0 に向かう反射マイクロ波 M を 9 0 ° 方向に（図 4 の表面方向）に曲げるアイソレータ 1 4 とが取り付けられている。

## 【 0 0 2 7 】

アルミナ放電管 2 は、下端部にノズル 2 0 が形成された円筒体であり、上端部には、ガス供給装置 3 の供給パイプ 3 0 が連結されている。ガス供給装置 3 は、アルミナ放電管 2 内にガスを供給するための装置であり、S F <sub>6</sub>（六フッ化硫黄）ガスのボンベ 3 1 を有し、ボンベ 3 1 がバルブ 3 2 と流量制御器 3 3 を介して供給パイプ 3 0 に連結されている。なお、六フッ化硫黄ガスは、このように単独のガスとすることもできるが、供給パイプ 3 0 に他のガスを同時に供給し、六フッ化硫黄ガスを含んだ混合ガスとすることもできる。

## 【 0 0 2 8 】

ガス供給装置 3 からアルミナ放電管 2 にガスを供給すると共に、マイクロ波発振器 1 0 によってマイクロ波 M を発振すると、アルミナ放電管 2 内においてガスのプラズマ化が行われる。プラズマ化によって生成された活性種ガス G がノズル 2 0 から噴射される。

## 【 0 0 2 9 】

半導体ウェハ W は、真空チャンバー 4 内のウェハテーブル 4 0 上に配置され、ウェハテーブル 4 0 に静電気力によって吸着される。真空チャンバー 4 には、真空ポンプ 4 1 がとりつけられており、この真空ポンプ 4 1 によって真空チャンバー 4 内を真空にする（減圧する）ことができる。また、チャンバー 4 の上面中央部には、孔 4 2 が穿設され、この孔 4 2 を通してアルミナ放電管 2 のノズル 2 0 が真空チャンバー 4 内に挿入されている。孔 4 2 とアルミナ放電管 2 との間には O リング 4 3 が装着され、孔 4 2 とアルミナ放電管 2 との間が気密に保持されている。孔 4 2 に挿入されたノズル 2 0 の周囲にはダクト 4 4 が設けられている。ダクト 4 4 には他の真空ポンプ 4 5 が接続されており、エッチング時の反応生成ガスはダクト 4 4 を通って真空チャンバー 4 の外部に排出される。ダクト 4 4 はノズル 2 0 を取り囲むように設けられている。排気がダクト 4 4 内を通過するとき、真空チャンバー内の気体が集中して来るため、この排気流量によって噴出する活性種ガスのエッチングプロファイルが調整できる。真空ポンプ 4 5 と真空チャンバー 4 との間には排気流量を調整する流量調整装置 4 7 が設けられており、これによりエッチングプロファイルの調整を容易にしている。真空ポンプ 4 5 の排出量を調整できれば流量調整装置 4 7 を設けるかどうかは任意である。

## 【 0 0 3 0 】

X-Y 駆動機構 5 がチャンバー 4 内に配されており、ウェハテーブル 4 0 の下方からこれを支持している。この X-Y 駆動機構 5 は、その X 駆動モータ 5 0 によってウェハテーブル 4 0 を図 4 の左右方向に移動させ、その Y 駆動モータ 5 1 によってウェハテーブル 4 0 と X 駆動モータ 5 0 とを一体に図 4 の紙面表裏方向に移動させる。すなわち、この X-Y 駆動機構 5 によってノズル 2 0 を半導体ウェハ W に対して相対的に X-Y 方向に移動させることができる。

## 【 0 0 3 1 】

ガス供給装置 3 のバルブ 3 2 を開くと、ボンベ 3 1 内の  $\text{SF}_6$  ガスが供給パイプ 3 0 に流出して、アルミナ放電管 2 に供給される。 $\text{SF}_6$  ガスの流量はバルブ 3 2 の開度によって調整される。

## 【 0 0 3 2 】

上記  $\text{SF}_6$  ガス又はこの混合ガスの供給作業と平行して、マイクロ波発振器 1 0 を駆動する。アルミナ放電管 2 内の  $\text{SF}_6$  ガスがマイクロ波 M によってプラズマ化される。ガスのプラズマ化によって、中性の F (フッ素) ラジカルを含んだ活性種ガス G が生成される。活性種ガス G はアルミナ放電管 2 のノズル 2 0 に案内されて、ノズル 2 0 の開口 2 0 a から半導体ウェハ W の表面に向けて噴射される。

## 【 0 0 3 3 】

活性種ガスの噴射と平行して、制御コンピュータ 4 9 によって X-Y 駆動機構 5 が制御され、ウェハテーブル 4 0 は決められた軌跡に沿って予め計算された速度で移動する。

## 【 0 0 3 4 】

噴射された活性種ガスは半導体ウェハの表面の材料と化学反応を起こす。この化学反応によって生成した生成物はガス状であるため、この生成ガスをその場から容易に除去する（流し去る）ことができる。これによって半導体ウェハ W の表面から材料が除去される。除去される量は材料表面が活性種ガスに曝される時間に実質的に比例するので、半導体ウェハ W とノズル 2 0 との相対速度を制御することによって、除去量を制御する。この相対速度は、予め測定されている半導体ウェハ W の凹凸のデータ、すなわち、位置-厚さデータ、に基づいて決定される。

## 【 0 0 3 5 】

本発明方法は、以上のような局所ドライエッチング装置を用いて行われ、手順は以下のようなものである。まず真空下のチャンバー 4、搬送チャンバー 4 8 1 及びロードチャンバー 4 8 2 間を隔てる搬入搬出扉のうち搬入搬出扉 4 6 2 を開き（搬入搬出扉 4 6 1 は閉じたまま）、不図示のロボットによってロードチャンバー 4 8 2 から酸化膜が形成されている半導体ウェハ W を搬入チャンバー 4 8 1 内に取



り込む。次いで搬入搬出扉 4 6 2 を閉じ、代わって搬入搬出扉 4 6 1 を開き、ロボットはこれを真空チャンバー 4 内に搬入し、ウェハテーブル 4 0 上に載置し、これを把持させる。次に、搬入搬出扉 4 6 1 を閉じ、バルブ 3 2 を開いてボンベ 3 1 内の  $\text{SF}_6$  ガスをアルミナ放電管 2 に送る。

## 【 0 0 3 6 】

マイクロ波発振器 1 0 を動作させ、アルミナ放電管 2 内の  $\text{SF}_6$  ガスをプラズマ化しフッ素活性種ガスを発生させノズルの開口 2 0 a から噴出させる。真空ポンプ 4 5 あるいは流量調整装置 4 7 を調整して気体排出能力を低下させておく。これは、ダクト 4 4 へ吸引される内部気体の流れを下げ、エッチングプロファイルを広くするためである。なお、真空ポンプ 4 5 あるいは流量調整装置 4 7 によって排出能力を上げると、開口 2 0 a から噴出する活性種ガスがダクト 4 4 に吸引される内部気体の流れによって絞られるため、エッチングプロファイルを狭くすることができる。

## 【 0 0 3 7 】

次いで、X 駆動モータ 5 0、Y 駆動モータ 5 1 を駆動して、半導体ウェハ W が開口 2 0 a の下に来るように、ウェハテーブル 4 0 をそれまでの退避位置から移動させる。ついで、予め決められた広いスキャンピッチでもってノズル 2 0 にウェハをスキャンさせる。このとき、エッチングプロファイルとスキャンピッチがともに広いため、ウェハ全面が均一にエッチングされ、最初の凹凸の形状を実質的に残したまま表面の酸化膜全体が除去される。なお、ノズル速度は基本的に一定速度である。

## 【 0 0 3 8 】

その後、スキャンピッチの設定を平坦化用の狭いピッチに変更し、真空ポンプ 4 5 あるいは流量調整装置 4 7 によってエッチングプロファイルを絞り、予め計算されたノズル速度（領域毎に異なる）でもってスキャンする。このとき先の工程で酸化膜が除去されているので、エッチングが予定されたとおりに忠実に行われるため、加工後に凹凸が残ることは実質的に防止される。

## 【 0 0 3 9 】

平坦化終了後、ウェハテーブル 4 0 を退避位置に移動させ、搬入搬出扉 4 6 1

を開くと不図示ロボットが加工を終了したウェハWを取り出して搬入チャンバー482内に取り込む。次に搬入搬出扉461を閉じて搬入搬出扉462を開き、ロボットはロードチャンバー482内にこのウェハWを置き、新しいウェハを先に述べた手順に従って真空チャンバー4内に搬入する。加工済みのウェハはロードチャンバー482から次の工程に送られる。この加工の結果を図6のグラフに示す。図5のグラフと異なり、図6のグラフでは、スキャンピッチに相当するような凹凸が見られない。

#### 【0040】

なお、上のように1枚ずつ外部からロードチャンバー482内に搬入する、あるいは、外部へ1枚ずつ搬出する代わりに、複数枚、例えば25枚ウェハを納めたカセット単位でこの搬入搬出を行うようにすることも可能である。この場合、ロードチャンバー482内を真空にする手間とエネルギーを少なくすることができる。

#### 【0041】

以上に述べたように、本実施形態によれば、半導体ウェハの凹凸を除去する前に、半導体ウェハの表面に形成されている酸化膜が予め除去されるため、シリコン単体に関して求められているエッチングプロファイルを元に計算したノズル速度によって予定したとおりのエッチングが行われる。これにより酸化膜の影響を受けないで材料除去が行われるため、本局所ドライエッチング方法を行った半導体ウェハには実質的に酸化膜に起因する凹凸が残されるようなことはない。

#### 【0042】

また、酸化膜の除去と凹凸の除去（平坦化）とでは同じノズル20が使用されているため、別のノズルをチャンバー内に新たに用意する必要がなく、従来の局所ドライエッチング装置をそのまま利用することができる。更に、エッチングプロファイルの広さを、ノズルの周囲に設けられたダクトから排気されるチャンバー内ガスの排気量（排気速度）及びこの排気量に対応する活性種ガスの噴出量によって調整するため、上記のように同一のノズルを使用することができるとともに装置外部から容易にエッチングプロファイルの広さを制御することができる。

【 0 0 4 3 】

更に、凹凸の除去が、酸化膜の除去が行われる真空チャンバー内で真空を保ったままこれに引き続いて行われるので、別の専用の真空チャンバーを新たに用意する必要がなく、これによって真空チャンバー間で半導体ウェハを搬送する煩わしさがなく、従来の局所ドライエッチング装置をそのまま使用できる。

【 0 0 4 4 】

【発明の効果】

酸化膜の付いた半導体ウェハを局所ドライエッチングによって平坦化加工するとき、本発明によれば、表面の酸化膜が事前に除去されるので、加工後の表面に凹凸が残されるような従来技術の問題点が解決される。また、事前に行われる酸化膜の除去には、平坦化加工のときに使用される真空チャンバー及びノズルを使用することができ、さらに、そのため、異なるチャンバー間でウェハを移送するような、あるいは、別のノズルに交換するような煩わしさはなく、従来の局所ドライエッチング装置を実質的にそのまま使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

プラズマを用いた局所ドライエッチングによるウェハの平坦化方法の原理を説明するための説明図である。

【図 2】

噴射される活性種ガスのエッチングレートを示すグラフである。

【図 3】

酸化膜の影響を受けてエッチングプロファイルが変形する様子を示す説明図である。

【図 4】

局所ドライエッチング方法を実施するための装置の一例を示す説明図である。

【図 5】

従来の局所ドライエッチング方法による加工結果を示すグラフである。

【図 6】

本発明の局所ドライエッチング方法による加工結果を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 プラズマ発生器
- 2 アルミナ放電管
- 3 ガス供給装置
- 4 チャンバー
- 5 X-Y駆動機構
- 1 0 マイクロ波発振器
- 1 1 導波管
- 1 3 スタブチューナ
- 1 4 アイソレータ
- 2 0 ノズル
- 2 0 a 開口
- 3 0 供給パイプ
- 3 1 ボンベ
- 3 2 バルブ
- 3 3 流量制御器
- 4 0 ウェハテーブル
- 4 1 真空ポンプ
- 4 2 孔
- 4 3 O-リング
- 4 4 ダクト
- 4 5 真空ポンプ
- 4 6 1、4 6 2 搬入搬出扉
- 4 7 流量調整装置
- 4 8 1 搬送チャンバー
- 4 8 2 ロードチャンバー
- 4 9 制御コンピュータ
- 5 0 X駆動モータ
- 5 1 Y駆動モータ

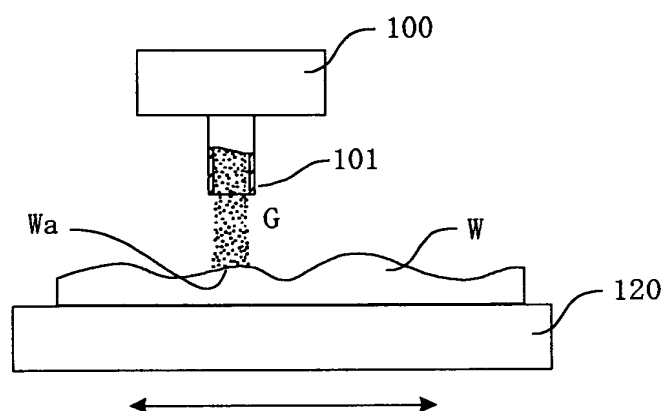
1 0 0 プラズマ発生部

1 0 1 ノズル

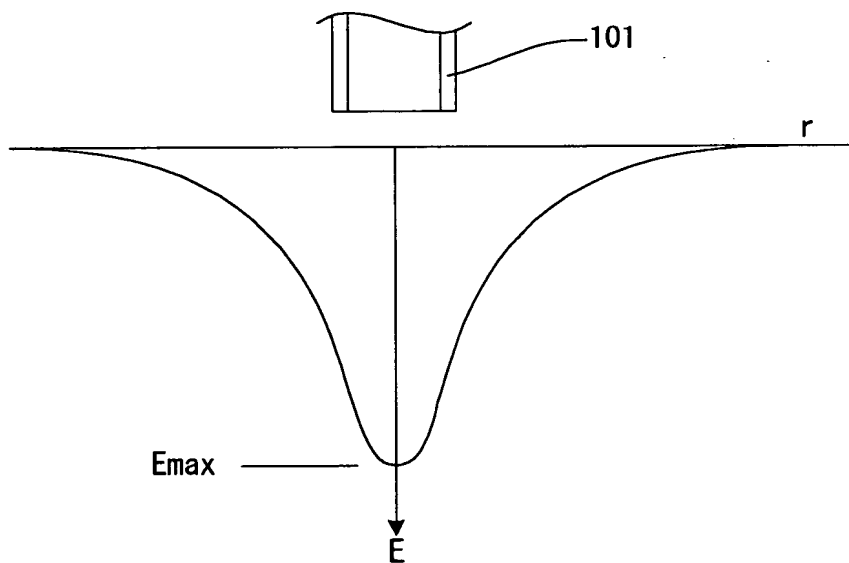
1 2 0 ステージ

【書類名】 図面

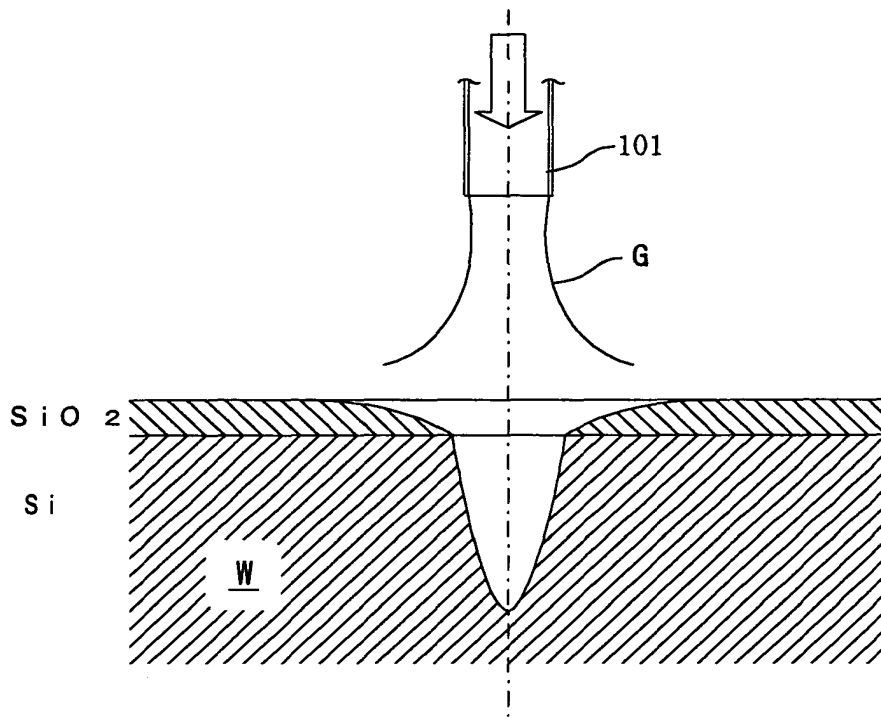
【図 1】



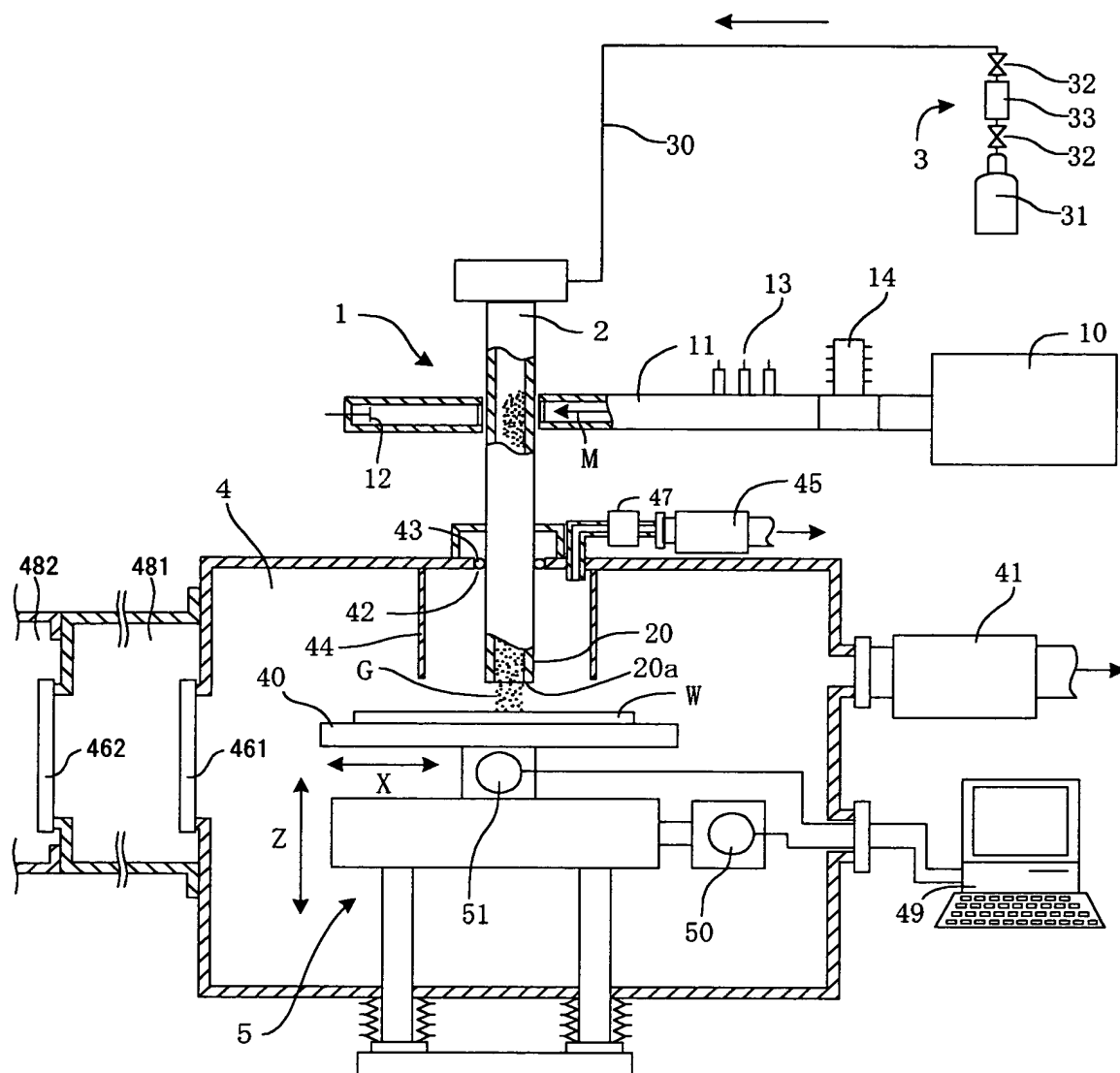
【図 2】



【図 3】

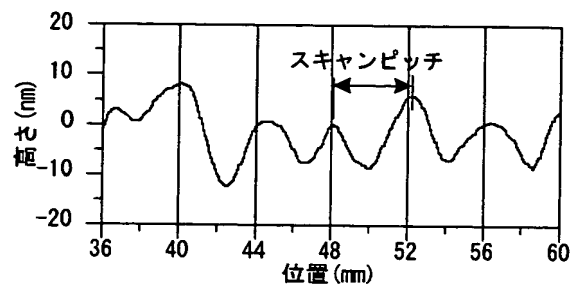


【図4】

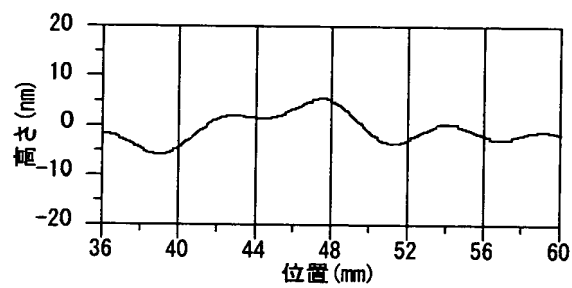




【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 酸化膜の付いた半導体ウェハを局所ドライエッチング法によって平坦化加工するとき、加工後の表面にスキャンピッチと同じピッチの凹凸が残されることを防止することを課題とする。

【解決手段】 ドライエッチングによる平坦化加工の前に、半導体ウェハをドライエッチングして表面の酸化膜を除去する。この酸化膜の除去は、エッチングプロファイル及びスキャンピッチを広くしてノズル速度を一定にして行い、その後同じ局所ドライエッチング装置内で平坦化加工を行う。平坦化加工ではノズル速度を最初の凹凸に応じて領域毎に変化させる。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-213179
受付番号	50201075681
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 7月29日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 7月22日
【特許出願人】	
【識別番号】	000107745
【住所又は居所】	神奈川県綾瀬市早川2647
【氏名又は名称】	スピードファム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100108730
【住所又は居所】	東京都港区赤坂1丁目6番7号 第9興和ビル 別館5階 貞重・天野特許事務所
【氏名又は名称】	天野 正景
【代理人】	
【識別番号】	100092299
【住所又は居所】	東京都港区赤坂1丁目6番7号 第9興和ビル 別館5階 貞重・天野特許事務所
【氏名又は名称】	貞重 和生

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000107745]

1. 変更年月日 2000年 9月 1日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 神奈川県綾瀬市早川2647  
氏 名 スピードファム株式会社